

ベ　　ビ　　ー　　T

高　木　　昇

1. ベビー T の目的

国際地球観測年に実施されるロケットによる直接観測において、観測ロケットの飛翔、その飛翔径路の追跡、観測量の無線テレメータによる地上での記録、ロケット搭載の測定記録の回収などを本研究所において分担することになった。

観測年に使用する巨大なロケットを直ちに試作して飛翔させることは、ロケット本体やエンジンについて解決せねばならぬ多くの問題があって困難である。また、テレメータや追跡装置についても数多く経験を積むことが重要であるので、まず小型のロケットから試作して順次大型へと段階を経ながら実施することにした。糸川教授の提案によってロケットの種類をペンシル、ベビー、アルファ、ベータ、カップ、オメガの6種を計画し、カップ、オメガは観測年に高度 80 km 以上飛翔することを目標としたものである。

ペンシル・ロケットは長さ 23 cm、外径 17 mm の極めて小型のもので、その中に計測器を搭載することはできない。ただ発煙剤を内部に入れ、飛翔中その径路が見易いようにしてある。ペンシルは昨年4月から試射を初め、同8月には秋田県道川海岸で上空に打ち揚げ、同時に高速カメラで撮影し、またトランシットで覗きながら追跡し、その飛翔径路やロケットの性能を実測した。ペンシル・ロケットについては本誌昭和30年8月号に詳細な報告がある。

同時にベビー・ロケットの設計試作が進められてきたが、これは長さが約 100 cm、外径 8 cm、これに長さ約 30 cm のブースタを付けたものである。この程度の大きさになると、内部に若干の計測器を載せることも可能となる。そこで観測年における観測の準備と練習を積むために、ベビー・ロケットを飛翔させると同時に可能な範囲の観測を行うことになった。そのためにベビー・ロケットはさらに分けてベビー S、ベビー T、ベビー R の3型を作ることにした。

ベビー S、T、R の本体並びにエンジンについては、次回本誌の観測ロケット特集号に糸川教授より報告があるので、こゝではそれぞれの目的について簡単に述べる。

ベビー S (Baby-Simple) はロケット本体内に計測器等を積まず、なるべく軽くして単に飛翔試験のみを行うのを目的としたもので、昨年8月下旬に道川海岸で飛翔試験を行った。この際、高速カメラによる撮影、トラン

シットによる径路追跡を行い、それからロケットの速度、加速度、高度を求める練習を行った。

ベビー T (Baby-Telemeter) はロケット内に計測器と無線テレメータ送信機を搭載し、観測量を地上にて受信記録することを目的としたものである。我国ではロケットに積む電子装置については未だ経験がなく、我々が初めて実施するために、当初は電子装置が果して満足に動作するか否かについて不安があった。したがってロケット発射時に起きる大きな機械的衝撃に耐えるように計測器および電子装置の構造を工夫し、地上で再三等価的な衝撃試験を行って装置が安全に動作することを確かめておいた。そこで9月下旬に飛翔試験を行った結果、計測器もテレメータ送信機も満足に動き、最初の実験としては一応の成果を取めたものといえる。

今回の実験では、ロケットの飛翔性能を見るために、時々刻々のロケットの高度、速度、加速度およびロケットの温度をテレメータによって測定した。しかし我国においては観測年に上空の(1)気圧、(2)温度風速、(3)太陽のスペクトル、(4)電離層のイオン密度と電子密度、(5)宇宙線の5項目を観測することに観測年第10連絡委員会で決定した。それぞれの計測器は(1)を気象台、(2)を京大、(3)を天文台、(4)を京大と電波研究所、(5)を科研と気象研究所が分担して研究を進めている。そこで5項目の観測量中、(1)、(2)、(4)のイオン密度、および(5)項は無線テレメータで測定をすることになり、(4)の電子密度はドブラー方式またはパルス方式により測定する。

(3)は分光器のスペクトル写真をロケット落下後に回収しなければならない。この意味で次のベビー R が試作されたわけである。

すなわち、ベビー R (Baby-Recovery) はロケットに搭載した測定器の記録を回収することを目的としている。今回は小型カメラを載せ、ロケットが上昇するに従いロケット内部から地上をカメラが撮影し、その記録から逆にロケットの高度、飛翔径路を求めるものである。

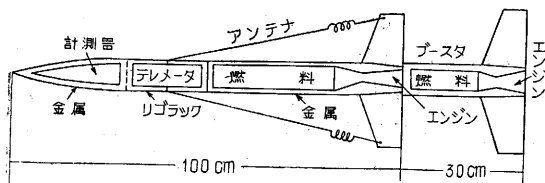
ロケットが最高点に達してからある所まで下降すると、火薬によってロケット本体が二分してエンジン部を落す。次いで火薬による押し出し装置が動作して落下傘とゴムボートがロケット胴部から押し出されて落下傘は開き、同時にゴムボートをふくらまし、カメラはこれ等に固着しているので、海上に落下してもカメラが沈まな

いようになっている。これを船またはヘリコプタによって回収するもので、ベビーRの飛翔試験は11月上旬に行い、記録回収に成功した。これについては次号に詳細に述べられる予定である。

ベビーTの計測器、テレメータ送受信機、記録器等について別項に詳細に述べられているが、こゝでは全般に亘って簡単な解説を行うことにする。

2. ベビーTの構成

第1図にベビーTの構成を示す。ロケットの先端部に計測器、中央部にテレメータ送信機を取め、アンテナはこゝから尾翼に2本張っている。



第1図 ベビーT

ベビー・ロケットの胴体は最初ガラス繊維入りのポリエステルですべて作る予定であったが、設計試作が進むにつれてまず燃料エンジン部が金属に、次いで先端部も金属に変更し、テレメータ部のみポリエステル（リゴラックを使用）となった。したがってロケットは3部分に分けられる。

組立の順序はまずテレメータ部をポリエステル胴体に取り付け、その上に計測部を固着する。次いで先端金属部をかぶせてネジ締めして一体となったものを燃料エンジン部とネジ締めする。アンテナは最後に取付ける。

3. 計測器

今回はロケットの高度、速度、加速度、温度の4量を計測することにし、電氣量への変換を次のようにしている。

高度は静圧から求めるのであるが、ロケット先端部で静圧を示す位置を玉木教授が風洞実験から決め、4個の静圧孔をロケットに空けた。外気圧はこの孔から空盒に導き、その変位によって液体ピックアップ内の可動電極を変位して直流電圧に変換し、テレメータ部に導く。

速度は全圧を測って求める。全圧はロケットの先端にピトー管を出し、その圧力を空盒に導き、同じく液体ピックアップによりその変位を直流電圧に変えてとり出す。

加速度は液体ピックアップ内の可動電極自体を加速度計素子として利用し、直流電圧に変換される。

温度の測定にはサーミスタ・ビーズを使用し、ブリッジに組んで直流電圧としてとり出す。

以上、いずれも計測量は直流電圧に変換し、0~5Vの出力にしてテレメータ部に導く。

なお、計測部の設計は糸川教授が行い、伊藤精機が試作したものである。

4. テレメータ送信機

4.1 真空管 ロケットに搭載する電子装置にどんな種類の真空管を選定するかはまず解決せねばならぬ重要な問題である。周知のように航空機には多数の電子装置を載せているが、その中真空管1本が故障しても航空機にとって重大な結果をきたす。そこで構造が堅固で衝撃振動に耐え、マイクロホニック雑音を発生しないもの、さらに機上では地上におけるよりは保守が困難なので真空管の寿命の長いもの等、信頼のおける高信頼管 (reliable tube) が多種類米国で作られている。さらにロケット用には1000g以上の衝撃に耐えるものもあり、これ等はFive Star, Red Tube等の商品名のもとに市販されている。しかしこれを輸入することは1個の値が20ドルもして高価であり、すべて輸入に頼ることは研究上支障をきたすわけである。

高信頼管は我国でも勿論製造することは可能であるが、今まで需要がなかったために作られていない。1品種を作るのに大きな設備費を必要とするにも拘らず、我々の必要量が僅少なことで、かりに急に国産化してもベビーT用に使用するには時期的に間に合わないので、国産のロケット用高信頼管の採用は一応断念した。

そこで現在市販の真空管からロケット用のものを選ぶことにした。軽量小型の点からは最も小さいsub-MT管 (sub-miniature tube) が適当で、電池の節約からはフィラメント電流の少ない直熱管となり、結局乾電池使用のsub-MT管を試験することになった。

試験方法としては、電動機で駆動する回転台の周辺に真空管を取付け、真空管の3軸方向についてそれぞれ試験したがいずれも50gに耐えることが分った。さらに沢井教授が製作した共振型疲労試験機の試験片にとりつけて振動させ、100gまではフィラメント断線や電極破損も生じないことを確めた。

送信管としてはラジオゾンデ用の2S3 (明星電氣製) を使用する予定で、これも同様に試験した結果、同じく100gに耐えることが分った。

ベビー・ロケットの発射時の衝撃は50g程度なので、さいわい市販の真空管がいずれもこの衝撃に耐えることが分ったことは大きな収穫であり、同時にまず真空管に対する不安が一掃された。

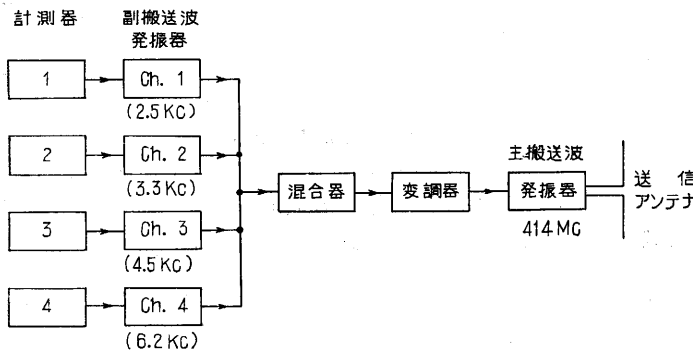
4.2 テレメータ送信方式 ロケットのテレメータ方式として米国では周波数分割の周波数変調方式と時分割のパルス方式とが実用化されている。前者は比較的チャンネル数 (測定量の数) が少ないときに、後者は多いときに用いると有利である。米国の観測ロケットはチャンネル数が15または30で、パルス式を採用している場合が多い。

ベビーTでは測定量を上述のように4量と決めたので、これに対して両方式を比較すると、周波数変調方式

の方が所要真空管の数は少なくて済み、それだけ軽量小型となって有利である。そこでこの方式を採用することにした。

構成は第2図の如く、4チャンネルの副搬送波は2.5, 3.3, 4.5, 6.2 kc に選んだ。これは真空管のフィラメントの機械的共振周波数をさげ、また各チャンネル相互間の漏話をなるべく少なくするため決めたものである。

計測器から観測量に応じて0~5Vの直流電圧が副搬送波発振器に加わると、その中心周波数がそれに応じて-7.5~+7.5% 変わるように周波数変調(周波数を偏移する)をする。次に各チャンネルを混合器でまとめ、次いで主搬送波を周波数変調して空中線から発射するもので、FM-FM方式と称している。



第2図 ロケット塔載テレメータ送信機

主搬送波発振器はラジオゾンデ用のものをそのまま流用したので、始めは混合器の出力で振幅変調するFM-AM方式を採用した。ところが振幅変調を深めると同時に周波数変調を生じ、受信機で歪、漏話が発生したこと、振動衝撃を与えると雑音が発生すること、当然予期されたことであるが、実際の地上通達試験では周波数変調に較べて成績が悪かった等の理由で、振幅変調を止めて周波数変調を採用したものである。

また、発振器とアンテナの間に電力増幅器を入れると、アンテナ付近に近接導体があるときとないとき、すなわちロケットがランチャ内にあるときと飛翔中とで送信周波数が変わることもなく、受信が容易に確実となる。しかし電力増幅器を入れることは電源消費が大となって容積重量共に増すので、これは採用しなかった。このために受信所では多少の苦勞があった。

なお、今回の送信周波数は414 Mcで、ロボット雨量計の周波数を電波庁から割当てられたものである。

4.3 電源

ロケット送信機の死命を制するものは電源である。送信装置の部品の中では飛翔時に故障を起しても全体が失敗に終ることは少ないが、電源の故障は致命的である。

ロケット用電源としては乾電池、蓄電池が考えられるが、従来の電池はなるべく過負荷で使用せずに長寿命を

目標に設計されている。したがってこのような使用法をロケット用について行くと、容積も重量も極めて大きなものになる。ペビーTでは飛翔時間は僅かに1分足らずであり、将来大型のものでも10分以下である。そこでロケット用電源としてはかゝる短時間に非常な過負荷に耐え、しかも端子電圧がなるべく一定(内部抵抗の極めて少ないもの)が望ましい。

このような電池はまだ我国では開発されていないので、これが解決は極めて大切である。

ペビーTについては電流量も少ないので、蓄電池は重量の点から止め、注水、注液電池は軽量ではあるが不安定のため採用を見合わせた。乾電池としては、マンガン電池、銀電池、水銀電池等があるが、後者の二つはマンガン電池に比し特性もよく、軽量ではあるが、まだ十分量産されていないために特性にバラツキがあることを恐れてこれも見送った。

マンガン電池について種々の容量のものについて多数の実験を行ったが、過負荷で使用すれば勿論端子電圧は急激に下がる。しかし適当な容量のものを使用することにより、電池の使用開始後5分を経過すると、それから10分間位安定に動作すること、その間送信機の動作も安定であることが分った。したがってこの安定範囲の時間中にロケットの飛翔を行わせることによって電池の容量と重量を

極度に切りつめることができ、このような使用法を実際に採用した。そのために送信部重量約500gに対し、電源部重量も約500gに収めることができた。

4.4 ロケット用アンテナ ロケットにいかにかアンテナを取付けるかはテレメータや追跡装置が成功するか否かを左右し、重大な問題である。

ロケット用アンテナとしては胴体と尾翼間に細線を張るワイヤアンテナ、胴体に窓をあけるスリットアンテナ、尾翼に刻みを入れるノッチアンテナ、胴体の一部を絶縁して胴体全体をアンテナとするもの等、いくつか考えられる。しかし胴体の形状や上記アンテナの種類に応じて指向性を持つことは免れない。

ロケットは飛翔中、時々刻々方向が変わり、ロケット自体も回転するのでロケットアンテナが指向性を持つときにはそれに応じて受信アンテナを向けねばならぬ。また場合によっては電波が弱い、あるいは出ない方向に受信アンテナが位置すると受信不能になる。したがってロケットアンテナの指向性はなるべく全方向に向って一様であることが望ましいが、これは実際には不可能である。

電波はロケットアンテナからロケットの軸に垂直な方向には出しやすい。このときには受信点はロケット飛翔経路に直角な方向で遠く離れた所に位置せねばならない。同時に受信アンテナを絶えずロケットを狙って追跡

せねばならぬ不便がある。これはロケットを見失う危険がある。また、ロケット発射点から余り離れることは連絡や、受信機の調整に不便である。

もし尾翼につけたノッチアンテナのようにロケット後方に電波を出すときには、受信点は発射点の近くでよく、受信アンテナはロケットの後方から狙うことができ、余り動かす必要がなくて安全である。テレメータとしてはこのような指向性のものがむしろ望ましい。

しかしベビー-Tの尾翼は小さく、これにノッチアンテナを付けることも、尾翼相互間にワイヤアンテナを付けることも不可能である。また、スリットや胴体アンテナは電波が胴体に垂直方向に出やすいので、今回は見合わせた。

結局、残されたものは胴体の中央から尾翼に細線を張るワイヤアンテナとなる。アンテナの長さを半波長にし、絶縁碍子を入れて尾翼に引止めると、電波はロケットの横方向から先端に向かって多く出るようになり、後方にはほとんど出ない。これでは目的に副わないことが分った。さらに絶縁碍子は 400 Mc 帯では絶縁にならないことが確められた。また、アンテナを引止めるのはロケットを組上げてから一番最後に翼に引き止める手順となるので、アンテナ線にスプリング作用を持たせる必要がある。そのためのスプリングが丁度良いチョークコイルとして作用することが見付かった。

そこでこのスプリングの位置を変え、アンテナの長さを半波長以上にし、その長さを適当にすると電波が主として後方にのみ出るようにすることが発見され、大収穫を得た。

このようにして後方からねらうことのできるロケットアンテナを作ることができ、実際の飛翔試験においても受信アンテナは全然動かさずに受信記録に成功した。

5. テレメータ受信機と記録装置

受信アンテナには反射器 1 本、導波器 2 本の八木アンテナと 7 回巻きのヘリカルアンテナとを使用した。

ロケットアンテナに上述のワイヤアンテナを使用すると、2 本のアンテナ面と一致した偏波面の電波が発射される。そこで受信アンテナに八木アンテナを用いると、八木アンテナの偏波面と送信電波の偏波面が一致したとき受信強度は最大となり、直交したときは零となる。ロケットがもしスピンのすれば送信電波の偏波面はそれに伴って回転するので、八木アンテナで受信すれば受信感度の落ちる記録から逆にスピンの模様が見られることになる。このようにして最も簡易なスピンの測定ができるので、八木アンテナを受信に使用した。

しかしこの場合、受信感度が落ちたときには同時に観

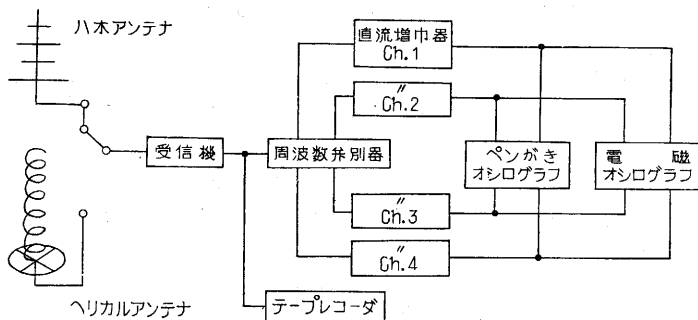
測量が失われる。ヘリカルアンテナは送信電波の偏波面がいかにか回転しても同じ強度で受かるものであるから、データの記録はスピンの如何に拘らず失われない。アンテナとしての感度は八木アンテナより少ないが、この意味でヘリカルをも使用することにした。

受信機は二重スーパーヘテロダイン、帯域幅は 2 Mc、振幅変調、周波数変調のいずれにも受信できるようにしたが、上述の理由により周波数変調で受信した。

記録装置としては第 3 図に示すようにペン描きレコーダ、電磁オシログラフ、テープレコーダの 3 装置を備え、いずれが不測の事故があっても記録に万全を期した。なお、これ等の詳細については別項にゆずる。

6. 実験結果

ベビー-Tは 9 月 17 日から 23 日に亘って 5 機飛翔させた。観測量は毎回全圧、静圧、加速度、温度の中の 3 量をテレメータ 4 チャンネル中の 3 チャンネルで送り、後の 1 チャンネルには真空管のヒータ (フィラメントの) 電圧を送ることにした。これは飛翔中の電源電圧の変動を監視すると同時に、そのチャンネルの動作状態とさら



第 3 図 テレメータ受信記録装置

に混合変調器と発振部の状態をも併せて記録するため、これによりテレメータ部の常時監視が可能となる。

第 1 表は第 1 ~ 5 号機の飛翔記録を示す。結果の細かい分析と実際の記録については別項に述べてある。

今回の飛翔試験の結果、得られた成果を次に記載すると、

(1) 計測器と送信機が発射時の衝撃に十分に耐えて満足に動作したことは、これは予め地上試験で衝撃に耐えることが分ってはいたが、飛翔によって実際にこれが確認されたことは貴重な経験であった。したがって試射によって装置の耐震性を確かめなくても地上試験によってその安全度の目安をつけることが可能となった。

最も弱点と思われた真空管は市販のものを使用したにも拘らず使用に耐えたことも特筆すべきであろう。たゞし sub MT 管の特性にバラツキが多かったことには装置の製作上苦しめられた。この種真空管の量産化が進んで特性の不揃いがなくなることが望ましい。

送信機の構造、組立方法、ロケットへの取付方法等も

第1表 ベビーT飛翔記録

番号	月日	測定量				備考
		ch 1	ch 2	ch 3	ch 4	
# 1	9/17	静圧	全圧	加速度	ヒータ電圧	八木アンテナ使用, 送信機正常に動作, 記録成功.
# 2	9/19	静圧	全圧	加速度	ヒータ電圧	ヘリカルアンテナ使用, 受信強度同時記録, 主ロケット点火せず飛翔失敗, 送信機正常に動作, 記録成功.
# 3	9/21	静圧	全圧	加速度	ヒータ電圧	ヘリカルアンテナ使用, 受信強度同時記録, 送信機の変調部が発射と同時に故障, 受信強度のみ記録さる.
# 4	9/22	送信機底温度	ヒータ電圧	尖端部温度	静圧	主受信ヘリカルアンテナ使用, 別に受信機を1台増し八木アンテナ使用, 双方の受信強度を同時記録, 送信機動作正常, 記録成功.
# 5	9/23	尖端部温度	エンジン部温度	ヒータ電圧	静圧	同 上

妥当であったことが認められ, 将来の電子装置の設計資料を得ることができた。

(2) 飛翔時, 特に燃料が燃えている時, 機体の振動等によって雑音相当が発生してテレメータ信号を妨害するのではないかと予想したが, 記録結果からは意外に雑音が少ない。これはロケットから発する振動雑音が少なかったかもしれないが, さらにテレメータ送信方式が周波数変調のために振幅変調的雑音は混入しなかったこと, 副搬送波の選択が良かったこと, 構造が適当であったこと等に大部分基因すると考えられる。

なお, ロケット発射時に大きな雑音が記録されたが, これはランチャ鉄棒とロケットアンテナとの接近による送信周波数の顕著な変動に基くものであることが, 後に確認された。これから逆にランチャ内を通過する時間が推定できた。

(3) 受信アンテナに八木アンテナを使用すればロケットのスピンの測定できること, ヘリカルアンテナを用いればスピンによる感度変動が少なく, テレメータのデータが失われることがないことが確認された。

(4) 受信記録関係の機器は不測の事故に対処して万全を期したので, 記録についての失敗はなかった。将来この程度の機器を準備すれば十分であることが分った。

(5) 今回の実験ではロケット発射より海中に落下まで継続して送信電波の受信が可能であった。これから全飛翔時間が正確に求められ, これと発射角度とからロケットの大略の高度, 速度, 径路の推定が可能となった。

(6) 観測結果の内容についてはなお検討すべき点が少ない。飛翔時の速度, 加速度, 高度, 温度等, 絶対値に若干の疑問があるが, これ等は計測器の今後の改良によって精度は向上するものと思う。

(7) ベビーT第2号機はメインロケット不発のために飛翔は失敗した。この原因は遅延イグナイタの不良と推定され, その後はイグナイタ回路の点検に改善を施し, この種の失敗は起らなくなった。なお, このロケットは海岸砂中に落下したので, これを掘り出して計測器とテレメータ送信部を点検した結果, 何等異常なく, 直

に動作することを認め, 貴重な経験を持つことができた。

(8) 第3号機のテレメータ送信機は発射と同時に変調器が故障し, 全チャンネルの記録が失われた。しかし送信機は変調を受けないだけで, 電波は発射していたので, スピンや飛翔時間は観測できた。

この事故の徴候は発射直前に認められてはいたが, 発射時刻に迫られて点検に十分の手を尽くさずに発射したために不成功を招いた。これは極めて苦い教訓であった。ベビーTの飛翔日程は別項に詳細に述べてあるが, 午前8時半全員集合, 整備が順調に進んで午後2時半発射の順になっている。その間各自の分担を推進しているわけであるが, 自分の受持ちに手間どると時間を取戻すために焦って整備に見落しが生ずることになる。運が悪いとこれが全体を失敗させる原因となる。したがって飛翔試験に成功するためには, 日程に十分の時間的余裕をとって各自を気楽にさせること, 1ヶ所の整備に時間をとっても焦らせぬこと, 他の者も気長に待つこと, 場合によってはその日の飛翔を中止すること, などが肝要である。

7. 今後の諸問題

ベビーS, T, Rの飛翔試験を行った結果, 観測年における我々の分担事項の準備練習を積むことができた。そこで始めの予定ではアルファとベータ・ロケットの試作にかゝるわけであったが, 直ちにカッパーに着手し, これを80 km以上の高度に上げて観測年にも使用できるよう準備を進めることになった。

そこで電子装置を担当する我々としても, これから準備するものは直ちに観測年においても使用できるものを設計することになり, 以下, それ等についてわれわれが現在考えており, また解決せねばならぬ諸問題について述べることにする。

(1) ベビーTのテレメータ送信機の出力は0.2 W以下と推定される。ベビーTの飛翔試験結果から推察してこの程度の出力でも50 km位の通達距離はあると思われる。しかしカッパーロケットでは高度80 km以上にするので, テレメータとしては斜距離にして150 km位の通達距離が望ましい。それには0.2 Wの出力では不

足で、最低 2 W を必要とするので、この方向に設計を進めている。送信管が与えられると、出力は周波数が低い程大きくなるので、送信周波数を 414 Mc から 200 Mc 帯に下げることでも考慮中である。(米国のテレメータは 200 Mc を使用)

(2) 今回の試験で直熱型 sub MT 管は衝撃にも耐え、動作も満足できることが分ったが、特性にバラツキがあって装置の試作に苦労した。さいわい高信頼管を日本電気て試作中なので、銅用にはこれを使用する予定である。

(3) テレメータの方式として FM-FM 方式で良いことが確められたので、銅用としてもこの方式を採用し、チャンネル数を最小 5 とし、必要に応じて 10 に増すことができる。

(4) 電源は一応マンガン乾電池で所期の目的を達したが、さらに性能を向上し、軽量にするために銀電池、水銀電池を検討中、また蓄電池についても開発途上にある。これ等を比較検討して銅用を決定する。

(5) ロケット用アンテナが重要であることは上述した通りで、銅はペビーと大きさがちがいが、アンテナの研究は始めからやり直す必要がある。ワイヤアンテナのみならず、考え得る多種類のアンテナを比較研究し、最も良いものに決めるわけであるが、それには時間と費用が相当必要である。そこで銅の何分の一かの模型を作り、それについて各種のアンテナを付け、その指向性を自動的に記録する antenna pattern plotter を設計中で、これの助けによってアンテナの問題を急速に解決したいと考えている。

(6) テレメータ方式は一応 FM-FM 方式に決めたが、パルス方式 (PPM-AM) も同時に検討中である。5 チャンネル以下の少ないチャンネル数のものに対しては PPM-AM 方式は FM-FM 方式に比し真空管の数が増して不利であるというのが常識であった。その後、われわれの研究によれば真空管数がほとんど変わらない回路方式が発明されたので送信側としても不利ではなくなったこと、さらに受信側では FM-FM 方式に比し、PPM-AM 方式は記録方法が容易簡単な利益がある。

また、銅を気球で上空にまで上げてから発射する Balloon launching も一応試みる予定でいる。これにはテレメータ送信機しか載らないので、これに PPM-AM 方式を用いて距離測定が可能な方式を考えれば、他の追跡装置も不要となる。この意味で PPM-AM 方式もさらに開発する必要がある。

(7) 現在、トランジスタは 100 Mc 以上の高周波で 2 W 以上の出力を出すものは未だ作られてない。したがってテレメータ送信機をすべてトランジスタ化することはできないが、送信管を除いた以外のものをトランジスタ化した際、どの程度電力消費が節約され、重量が軽減

されるかを検討する必要がある。同時にロケット内の温度上昇によるトランジスタ特性の変動も考慮にとり、sub MT 管との比較を進行中である。なお、銅用テレメータは現在日本電気が試作中である。

(8) 以上はテレメータについてのみ述べたが、銅用として早急に開発せねばならぬものに電波による追跡装置がある。これに自動追尾式レーダとドブラ方式とがある。

レーダで追跡するとしてロケットの電波反射強度をまず知る必要がある。そこで我々はロケットと同じ形の風船を作り、気象研究所の好意により一次レーダでこれを追跡してみた。その結果、電波反射は極めて僅少で、当然のことながら一次レーダは使用できないことが分った。そこで二次レーダ、すなわちロケット上に受信機と送信機を載せ、地上レーダからの電波をロケットが受信し再び地上に送信するトランスポンダ方式を開発する必要がある。さいわい気象台でラジオゾンデを自動追尾する方向探知機が明星電気て試作中なので、これを利用し、別に地上送信機とロケット搭載トランスポンダを開発し、3者組合せることによってロケット自動追尾式追跡装置を完成する予定である。

ドブラ式 (DOVAP Doppler velocity and position) は上記のものよりさらに精度の高いもので、地上に送信所 1、受信所 3 局をおき、ロケットにはトランスポンダを載せドブラビートから速度、位置を求めるものである。この方式は電離層の電子密度を測る際にも使用できるので、開発する必要があり東京芝浦電気て試作中である。

(9) ロケットの飛翔実験には試射場付近、観測点間を結ぶ通信連絡網を確立することは、試験を円滑迅速に行う上にまず第一に行わねばならぬことである。ペビーの実験では 467 Mc の簡易無線局 (1 W) 4 局、Walkie-Talkie 2 局で本部と諸観測点、カメラ班、ランチャ等の連絡をとり、また巡視船とは 2,245 kc の海岸局を設けて連絡した。銅に対してはさらにレーダ局を道川を中心として 30 km 位離れて設ける必要がある、本部並びに相互間連絡は短波によることになろう。このように本部と直接連絡をとるべき相手局が将来は 10 局以上となること、距離の関係で短波、超短波いくつかの周波数を必要とすること、また相互間にも連絡したいこと等を与え、最も合理的で経済的な連絡方法を研究する必要がある。

以上、簡単にペビー T の解説を述べると同時に今後の研究問題に触れた。詳細は次の各項を参照されたい。

なお、今回の実験には東大生研 AVSA 研究班並に実験に参加された諸会社の方々からなる一致協力によって成功したもので、またロ研連、各省連絡協議会、秋田地元の方々から有益な助言と協力に厚く謝意を表する次第である。

(1956. 1. 6)